图书情报工作
第 64 卷 第 6 期 2020 年 3 月

基于社会网络分析的《左传》战争计量及可视化研究*

■ 范文洁　李忠凯　黄水清
南京农业大学信息科学技术学院　南京 210095

摘　要：[目的/意义]信息技术的发展推动了数字人文在社会人文领域的广泛应用，借助于便捷高效的计算技术从海量的数据资源和非结构化的文本中挖掘出潜在的信息，并以更加直观和清晰的方式呈现给用户。[方法/过程]以《左传》中所描述的战争为研究对象，从已经获取的战争句子中抽取出每一场战争的战略进攻方和战略防守方。从数字人文的视角出发，对使用社会网络分析方法挖掘春秋战争格局变化的可行性进行了探究，在此基础上，将春秋时期的诸侯国根据战争合作与战争对抗关系进行了社群划分，并对社群与核心国家逐一分析与讨论。同时运用 html、css 和 E－Charts 三种技术将《左传》中的战争进行动态展示。[结果/结论]提供一种从非结构化的《左传》文本中抽取春秋时期的战争信息的方法，并组织成可量化的数据。证明从战争的角度来展示春秋时期诸侯国之间的邦交关系是可行的，同时也展现了数字人文技术在人文历史领域研究中的可行性与巨大潜能。

关键词：《左传》　数字人文　社会网络分析　战争
分类号：G250
DOI：10.13266/j.issn.0252－3116.2020.06.011

1　引言

作为一个新型的交叉研究领域，数字人文的产生和发展得到了西方人文学界和计算机学界越来越多的关注[1]。虽然对于数字人文的发展学界还存在一定的争议，但是数字人文的研究趋势不可阻挡[2]。全球范围内数字人文相关研究机构的成立，定期的数字人文会议的举办，有关数字人文研究项目的基金支持足以说明数字人文所取得的成果以及给人文社会科学研究范式带来的冲击是毋庸置疑的[3]。

春秋时期，礼崩乐坏，周天子治下的诸侯国通过战争、会盟、联姻、朝聘、贿赂等一系列邦交形式来保证生存或促进争霸进程。战争则是最重要、最直接的争霸方式。《左传》记载从隐公元年（公元前 722 年）到悼公四年（公元前 463 年）总共发生大大小小的战争七百余次。这些战争不仅仅是其中某两个诸侯国之间的攻伐斗争，也是诸侯国之间的“邦交”战争[4]。

本文选择《左传》作为研究对象，从《左传》中提取出描述战争的语句作为原始数据，结合数字人文技术和社会网络分析理论，围绕春秋时期的战争进行相关的实证研究，用来揭示春秋时期诸侯国之间的合作与对抗的关系，以及诸侯国关系强度的演化，在一定程度上为春秋争霸历史研究提供了一定的实证依据。

2　研究综述

社会网络分析的理论基础来源于图论，是心理学、社会学、统计学、系统科学等学科融合交叉的产物。社会网络分析是在英国著名人类学家 L. Rainie 等对结构的关注中提出来的[5]。在社会网络的应用方面，C. Wetherell 认为网络分析法在史学分析方面具有巨大潜力[6]。国内外的学者在人文历史领域应用网络分析方法开展了大量的研究。在情报学领域，社会网络分析被用于上下文敏感信息搜索和推荐，专家发现与邻域查询，内容组织、跟踪和监视，行为预测[7]。社会网络分析方法在历史领域则同样能够起到相应的社群发现和知识发现的功能。南京师范大学的许超博士以网络科学的视角研究《左传》，构建了春秋人物关系网络，以此来探查《左传》中反映的春秋社会历史和其中的

* 本文系国家社会科学基金重大项目“基于《汉学引得丛刊》的典籍知识库构建及人文计算研究”（项目编号：15ZDB127）和江苏省研究生科研创新计划项目“基于社会网络分析的典籍知识挖掘研究”（项目编号：KYCX19_0610）研究成果之一。
作者简介：范文洁（ORCID：0000－0001－7667－2629），博士研究生；李忠凯（ORCID：0000－0002－5611－1645），硕士研究生；黄水清（ORCID：0000－0002－1646－9300），教授，博士生导师，通讯作者，E-mail：sqhuang@njau.edu.cn。
收稿日期：2019－06－12　修回日期：2019－10－17　本文起止页码：90－99　本文责任编辑：杜杏叶

范文洁，李忠凯，黄水清. 基于社会网络分析的《左传》战争计量及可视化研究[J]. 图书情报工作,2020,64(6):90－99.

关键人物[8]。赵薇运用社会网络分析对小说“《大波》”三部曲中的人物关系和社会网络进行可使用性分析[9]。秦长江使用社会网络分析方法对我国农业科技史学科的学术体系和学科结构与相邻学科关系等方面进行全方位的农史学科知识图谱构建[10]。严承希等人运用社会网络分析法分析了两宋时期的政治网络[11]。L. Klein 运用数字方法以《托马斯·杰斐逊文件数字版》为主要档案,从关于奴隶制档案的研究材料中发掘非洲裔美国人的历史声音[12]。

历史学家研究《左传》所记载的春秋时期的战争时主要集中在以下几个方面:一是单独的分析一些重要的战役,这些战役往往对当时战争方式、争霸格局和国家地位产生了重大影响。如王长民认为泓之战是我国古代作战方式转变的重要标志,战争方式由车战变为步兵作战,分析了宋襄公取得失败的原因在于他坚守上古战争礼以及迷信神灵帮助[13];张阳从城濮之战剖析了卫晋联盟形成和确立的原因:晋国本身实力强大,晋楚争霸中,卫国不是楚国的核心利益所在,晋卫形成联盟,牵制了楚郑对于晋国的威胁[14];王淑芳从出土文献《系年》分析了秦晋殽之战的原因是由于郑国“降秦不降晋”,答应秦戍三大夫于己,并拒绝了晋的要求,因而激化秦晋矛盾,引发殽之战[15]。二是综合整个春秋时期发生的所有战争,根据时间线分析两个国家之间的邦交关系以及社会结构的发展和变化。如吴楚关系以战争为主要表现形式,且大多发生在春秋中后期,这一时期的社会结构和社会思想也在发生变化[16]。三是对战争理念,战争文化的研究。如康维从仪、仁、信三个方面对春秋时期战争的“遵礼”现象进行深度分析和阐述,他指出春秋战争中的遵礼不仅有占卜告庙和上古流传下来的战争习俗,还有贯穿于战争的仁爱、信义等道德原则[17];诸葛瑞强对春秋时期战争的用兵之道进行了深入研究,邲之战中的某些战术手段趋向于“诡诈”的用兵特点反映了春秋时期古军礼趋于崩溃,人们对战争规律认识的不断加深[18]。四是从文学的角度对战争的描写方式和用词进行深度的解释和分析,探究我国古代文学艺术的发展和演变。韩雪将《左传》中与介词相关的战争杀戮类动词进行了细分,并根据与之共现的介词以及他们之间的位置关系分析了其所体现的军事思想内涵[19]。田笑霞从叙事角度分析了《左传》在描写战争的过程中善于围绕主题来选择和组织材料,常常把重点放在与战争相关的其他方面[20]。

总体来说,作为数字人文的一种研究方法,社会网络分析在历史领域的应用证明了使用该方法进行人文研究的可行性。运用社会网络分析进行人文问题的研究也为人们提供了一个全新的从计算的角度出发探索和解决相关人文问题。关于《左传》所记录的战争事件,人文学者通常是从定性的角度去分析战争的过程以及战争在当时的环境下对社会以及诸侯争霸格局的影响,很少有人从量化分析的角度,对《左传》中的战争进行挖掘和可视化展示。网络分析方法在人文社会学科的研究中遵循着“非结构化的语料－结构化的实体表示－实体数字化－关系可视化－内容分析”的步骤[21]。本文根据 T. Deryc 等人提出的网络分析在数字人文研究中的规则对《左传》中描述的春秋时期的战争进行了进一步的研究。从原始的文本内容出发,经过数据的结构化处理,提取数据集,构建数据网络,根据网络对内容进行分析,最后进行数据化的展示。既得到了微观的战争数据,又根据这些微观的数据构建网络后从宏观的角度对春秋时期的战争进行了新的揭示和分析。

3 数据来源及处理

对春秋时期诸侯国之间的战争进行分析,需要将春秋时期发生的战争时间、战争事件以及参与战争的诸侯国进行提取,归纳和整理。

3.1 数据来源

邓勇结合朱宝庆 1991 年版的《左氏兵法》附录中的“《春秋左传》战争年表”以及 2003 年版的《中国历代战争年表》对《左传》中的战争记录进行了全面的考察后得到了《春秋左传战争表》[22],是目前对《左传》中所描绘的战争总结相对较全面的记录。在邓勇的《春秋战争考》一文中明确给出了是否为战争的判断标准:集团之间有组织的暴力斗争;动用军队。并根据此标准修正了“《春秋左传》战争表”以及《中国历代战争年表》中关于战争的统计未坚持使用同一标准而造成的重复、混淆以及缺失情况。最后得出了每一场战争的交战时间、战争名称、叙战用语、描述、索引。表 1 给出了《春秋左传战争表》部分示例[22]:其中交战时间字段作者给出了鲁国纪年(即《左传》叙述所用的纪年方式)、周朝纪年以及西历三种纪年形式,在本文中为了方便展示全部使用了西历纪年的方式进行统一处理。战争名称字段是作者根据交战双方中重要的诸侯国和叙战用语。叙战用语即《左传》中描述的战争动词,通过这些战争动词通常可以判断战争的性质。战争描述采用的是“某时,甲因某缘故而与乙交战于某地,结局如何”的基本描述方式。

表 1 《春秋左传战争表》部分示例

编号	交战时间			战争名称	叙战用语	描述	索引	备注
	鲁国纪年	周朝纪年	西历					
1	隐元	平四九	－722	郑伯克段	克伐	夏五月,郑伯因段叛乱而伐之,克段于鄢,段出奔共	1716/54	
2				纪人伐夷	伐	秋八月,纪人伐夷	1718/61	
3				鲁宋交战	败	鲁惠公季年(－723),鲁师败宋师于黄	1718/62	追记。年表阙
4				卫伐郑	伐取	(冬),卫人助公孙滑伐郑,取廪延	1718/63	
5				郑周虢伐卫	伐	为报卫伐郑,(冬),郑人以王师、虢师伐卫南鄙	1718/63	朱表合 4、5
6	二	五十	－721	莒人入向	入	夏五月,莒人入向,以姜氏还	1719/67	

索引则是中华书局出版的《十三经注疏》以及北京大学出版社出版的《春秋左传正义》中记载战争的文献页码,方便读者查阅战争对应的原文。备注是对战争出处以及“《春秋左传》战争表”与《中国历代战争年表》的补充。

为了完整地抽取出每一场战争的参与诸侯国,本研究以洪业先生编纂的《春秋经传引得》中使用的底本作为《左传》全文的数据来源。《春秋经传引得》是哈佛燕京学社引得编纂处从 1931 年 2 月至 1950 年 3 月间出版的 64 种、81 册中国古代典籍索引《汉学引得丛刊》中的一种。其主要的作用是将春秋经传进行了逐词索引,并将字形相同的实体进行了区分(见表 2)。编者对“獻子”指代的不同的人进行了区分,并将其所属诸侯国进行了划分,列出了出现在春秋经传中的具体句子。这样读者可以通过该引得确定人物的所属诸侯国。

表 2 《春秋经传引得》示例

引得	语境
獻子(晉,參:韓屈)	獻子從公立於寢庭
	謂獻子曰
獻子(晉,參:郤克)	獻子怒
	獻子先歸
獻子(魯,參:仲孫蔑)	獻子以告季文子

3.2 数据处理

根据《春秋左传战争表》所给出的时间、战争名称以及战争描述,根据现有的《左传》全文将描述该战争的所有语句对一一对应起来。总共得到战争次数 738 次,并在此全文数据的基础上进行了每一场战争的进攻方和防守方的抽取和校对。具体处理流程见图 1。

根据表 1 所提供的战争时间,战争名称以及战争描述发现,战争描述基本包含了每一场战争的“参战成员”。这里的“参战成员”通常情况下有三种情况来表示:一是用参战的诸侯国来指代,例如“秋八月,紀人伐夷”中,“夷”指被讨伐的对象“夷国”。第二种情况是

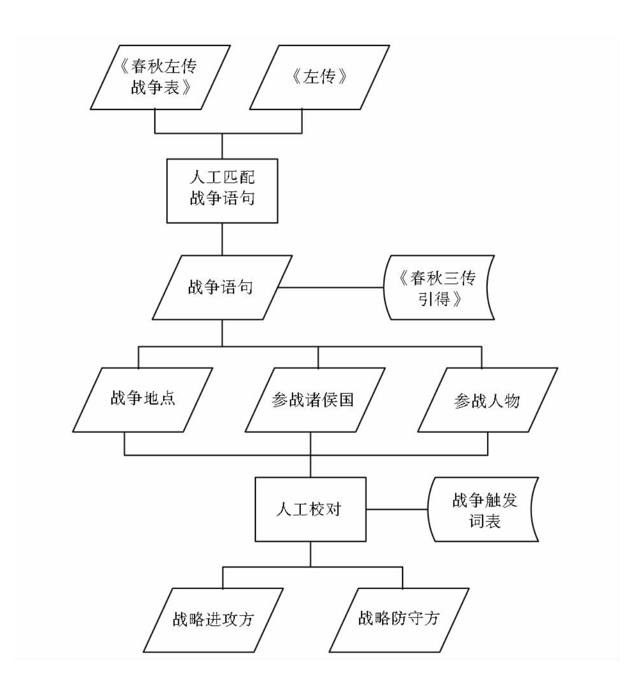


图 1 数据处理流程

未提及具体的诸侯国,但提到了战争的参与人物。如“鄭伯因段叛亂而伐之,克段于鄢”中提到的“鄭伯”“段”均属于人物称号。郑伯克段于鄢的故事大家都耳熟能详,指的是郑庄公与其同父异母的弟弟共叔段之间的斗争,这实际上是属于郑国的内战。还有一种情况是直接用战争地点来指向参战的国家,如“莒人入向,以薑氏還”中的“向”根据《春秋经传引得》可得是指鲁国的一个地方,因此“莒人入向”可以看成是莒国入侵鲁国的战争。根据这类规则,将春秋时期的诸侯国家名称、人名、地名使用自动匹配的方法做了自动抽取。抽取完成后根据《春秋经传引得》将使用战争参与人物与战争地点表示参战诸侯国的情况进行人工的校对和补充,使得每一场战争的参与方以诸侯国名称的形式表示。

最后对参与战争的国家进行了战略进攻方和战略防守方的划分,本研究根据张秋霞对《左传》中战争词触发词的分类对战争的进攻方和防守方进行了区分[23](见表3)。在一个短句中,除去防御类动词外,其

表3 战争触发词

战争触发词分类	战争触发词
起兵类	起、興、舉、稱、出、師
率领类	將、率、帥、以
交战类	合、遇、鼓、陳
侵扰类	侵、襲、犯、略、寇、掩、陵、突
攻伐类	伐、攻、軍、追、逐、圍、擊、鬥、戰、要、從、伏、征
戕杀类	兵、殺、戕、戮、斬、弑
防御类	禦、戍、亢、待、當、守
俘获类	取、俘、獲、禽
战果类	克、勝、敗、北、滅、捷、傾、崩、覆、潰、降、喪

余战争动词所连接的战争双方，动词前面是战略进攻方，动词后面是战略防守方。例如，“魯師敗宋師于黃”这一句中，战争的触发词为战果类触发词“敗”，“魯”在这句话中的位置位于“敗”的前面，是这场战争的战略进攻方，而“宋”位于“敗”的后面，因此是战略防守方。根据这一原则，使用计算机程序自动抽取了战争的进攻方和防守方。

但是，在自动抽取战争双方信息时发现，利用战争触发词的位置进行自动抽取存在误差。这种误差是由古汉语表达方式的多样性造成的，因此，在自动抽取完战略进攻方和战略防守方后再次进行了人工校对。在人工校对的过程中，总结了无法进行战略进攻方和战略防守方自动抽取的几种情况，见表4。人工校对完成后，最终得到了《左传》中每一次战争的战略进攻方和战略防守方，见表5。

表4 战争语句示例

特殊情况	举例	说明
句法结构复杂	“因譚無禮，冬十月，齊師滅譚，譚子奔莒”	该句中出现的诸侯国名有“譚”“齊”“莒”，在这场战争中“莒”并未参与
多个诸侯国参与战争	秋，宋陳蔡衛及魯複伐鄭，敗鄭，取其禾而還。	战争的参与诸侯国有“宋”“陳”“蔡”“衛”“魯”“”且该句中两次提及“鄭”。战争词“伐”表示战争性质，而“敗”则表示战争结果。
战争攻守两方指代不明	夏六月，齊師宋師次於郎，魯大敗宋師於乘丘，齊師乃還	“齊”虽与 “宋”同属一个阵营，且这句话有提及，但是“齊”国并未直接参与战争

表5 战略进攻方与防守方抽取结果示例

时间	战争名称	战争词	战争描述	攻	守	人物	地点
－722	鄭伯克段	克伐	夏五月，鄭伯因段叛亂而伐之，克段于鄢，段出奔共	鄭		鄭伯/段	鄢/共
－722	紀人伐夷	伐	秋八月，紀人伐夷	紀	夷		夷
－722	魯宋交戰	敗	魯師敗宋師于黃	魯	宋		黃
－722	衛伐鄭	伐取	(冬)，衛人助公孫滑伐鄭，取廩延	衛	鄭	公孫滑	廩延
－722	鄭周虢伐衛	伐	為報衛伐鄭，(冬)，鄭人以王師、虢師伐衛南鄙	鄭/虢/周	衛		南鄙
－721	莒人入向	入	夏五月，莒人入向，以姜氏還	莒	魯		向
－721	魯師入極	入勝	(夏)，魯卿司空無駭入極，費庈父勝之	魯	極	費庈父	極

4 春秋时期战争事件可视化分析

本研究采用社会网络的数学表达形式——社群图法，来表征春秋时期各诸侯国之间战争的合作与对抗。社群图是由节点(代表行动者)和连线(代表行动者之间的关系)构成的。历史学家本尼迪克特·安德森在描述民族国家时，批评了社区分析对本地化、面对面互动的限制。他将民族国家定义为一个想象中的社区[6]。在本研究中，将先秦时期的各个诸侯国根据不同的关系组成的小团体当成一个社区。节点代表的就是春秋时期的各个诸侯国，而连线则代表诸侯国之间的战争合作关系和战争对抗关系。由于各个诸侯国之间的邦交战争不止一次，因此采用多值社区图来描绘诸侯国之间关系的强弱。其中无向赋值图表示诸侯国之间的战争合作关系，即在一场战争中两个诸侯国进行战争进攻和战争防御时同属同一阵营。连线的粗细代表整个春秋时期战争合作次数的多少[24]，见图2a；有向赋值图表示诸侯国之间的战争对抗关系，箭头的出发点表示一场战争中的战略进攻方，箭头指向为一场战争的战略防守方，连线越粗，代表进攻(被进攻)的次数越多，如图2b所示：

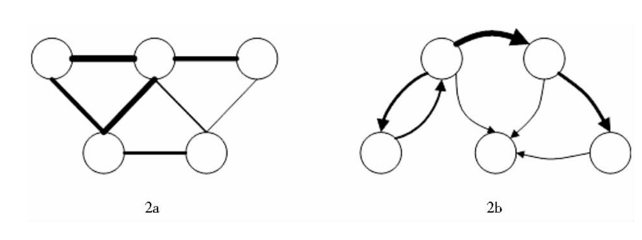


图2 社区图示例

4.1 整体网络分析

对公元前 723 年到公元前 463 年的春秋时期的所有战争合作与战争对抗进行分别论述和说明，以探究社会网络分析在春秋时期战争关系网络中的适用性。

4.1.1 战争合作网络

在一场战役中，存在战争的进攻方和防守方，而战争双方并非全是独立的两个国家。春秋时期发生的战争大多是由多国组成的同盟进攻另一国家或同盟，那么这些战争中组成的同盟构成了战争合作网络。这里的合作网络也就是合作社区。通过计算春秋时期战争合作网络的平均度为 8.5，整体网络直径是 5，平均聚类系数为 0.843，平均路径长度为 2.244，说明 84% 的诸侯国有 8－9 个战争合作对象。与现代社会网络相比，其平均聚类系数高而平均路径长度低主要是因为本研究的对象是一个国家，而非单一的个体，并且春秋时期时间跨度长，政治格局的不断变化使得战争合作呈现多样性。

经过统计后发现，《左传》所记载的所有战争中与别国存在战争合作关系的诸侯国共有 57 个。度是结点与邻居结点的连边数之和，也是衡量网络结点地位与核心性的指标之一。表 6 列出了《左传》中参加战争的诸侯国及其与别国合作的度，即与别国进行战争合作的次数。表 6 中的度表示该国家与别国合作发动战争或者抵抗入侵的次数。其中，晋国与别国的合作次数是 28 次，是所有诸侯国中与别国战争合作次数最多的。楚国居于第二，与别国的战争合作次数有 26 次。这是因为春秋时期大国争霸接连不断，从春秋初期的“齊”“楚”相斗，其后为“晉”“楚”相争。但是“晉”“楚”相持时间最长，双方的战争次数最多。同时由于地缘政治的特点，中原小国大多分别依附于以“晉”“楚”两国为首的政治军事集团中[25]。其后的“衛”“魯”“宋”“齊”“鄭”等在春秋时期也是重要的强国，其合作的度也超过 20 次。而大多数的诸侯国与其他诸侯国合作的次数少于 5 次，甚至部分诸侯国与其他诸侯国没有战争合作的机会就被灭国了。

4.1.2 战争对抗网络

同战争合作网络一样，对战争对抗网络进行计算后发现春秋时期的战争对抗网络的平均度为 3.336，整体网络直径是 5，平均聚类系数为 0.322，平均路径长度为 2.684，说明 32.2% 的诸侯国有 3－4 个战争对抗对象（进攻或防守）。

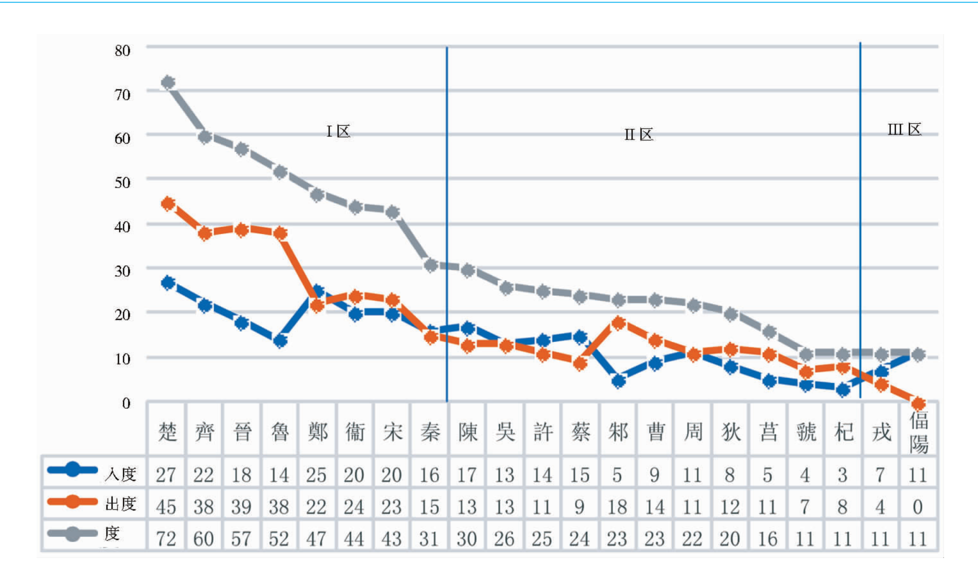
在有向图网络中，度分为入度和出度。《左传》战争网络中，出度表示结点主动对外发动战争的次数，而

表 6　各诸侯国的合作度

国家	度	国家	度	国家	度
晉	28	尹	8	紀	2
楚	26	單	8	江	2
衛	25	頓	6	黃	2
魯	25	胡	6	白狄	2
宋	24	沈	6	申	2
齊	24	芮	5	鄫	2
鄭	23	伊洛之戎	5	蕩	2
曹	20	陸渾	5	潘	2
蔡	18	蠻氏	5	唐	2
邾	18	梁	4	魏	1
陳	17	荀	4	息	1
許	16	賈	4	巴	1
莒	16	燕	3	姜戎	1
周	15	狄	3	平	1
秦	13	邢	3	赤狄	1
滕	13	吳	3	夷	1
杞	12	鮮虞	3	陰戎	1
薛	12	越	3	劉	1
徐	8	虢	2		

入度表示结点防守进攻的国家和进攻次数。图 3 列出了春秋时期战争网络中度大于 10 的诸侯国。其中楚国入度和出度均是最大，表明楚国当时参与的进攻和防御战争次数最多，出度大也从侧面反映了楚国当时的军事实力和称霸的雄心。入度大也是中原各国打着“攘夷”的口号不断入侵楚国的具体表征。根据度由大到小的顺序，将春秋时期的诸侯国分为 3 个区域：度大的为 Ⅰ 区，这一区域的国家一般都是春秋时期的大国，他的出度大于入度，一般是主动发动战争的领导国，也是春秋时期主要的争霸国家。Ⅱ 区的国家在春秋时期的战争中并不是主角，一般是跟随 Ⅰ 区的大国讨伐实力相对较强的国家。一般采用与大国贿赂、联姻、朝聘的邦交策略来保全自己。Ⅲ 区的国家则是被大国攻伐的对象，这些国家的出度小，入度大，说明被讨伐的次数多却没有实力进行反击。在先秦时期大多数小国逃脱不了被灭国的命运。

考虑到春秋争霸分为齐、楚相斗和晋、楚相争两个阶段，本研究拟对比这两个争霸时期的诸侯国邦交战争的格局。公元前 632 年晋文公在城濮大败楚军，阻止了楚军势力的北扩，最终奠定了晋文公春秋霸主的地位[26]。自此，晋文公称霸之前有郑庄公、齐桓公称霸，后有楚庄王和宋襄公。此外，陈致平的《中国通史·先秦史》中将春秋时期分为前、后两期是以公元前 621 年作为时间节点的[27]，而从公元前 632 年至公元



	楚	齊	晉	魯	鄭	衛	宋	秦	陳	吳	許	蔡	邾	曹	周	狄	莒	虢	杞	戎	偪陽
入度	27	22	18	14	25	20	20	16	17	13	14	15	5	9	11	8	5	4	3	7	11
出度	45	38	39	38	22	24	23	15	13	13	11	9	18	14	11	12	11	7	8	4	0
度	72	60	57	52	47	44	43	31	30	26	25	24	23	23	22	20	16	11	11	11	11

图3　基于度的春秋战争大国

前621年这十年间晋文公称霸，时局稳定，发生战争次数较少。因此，以城濮之战为分界点将数据分为公元前632年之前和公元前632年之后进行比较说明。

4.2　城濮战争前后春秋战争格局的变化

4.2.1　战争合作网络的变化

对《左传》中的战争合作数据按照时间分割后，分别构建了如图4所示的网络图。图4(a)是城濮之战前各诸侯国的战争合作网络图，对网络进行模块化后发现，在这一时期，模块数量相对较多，这是因为战争合作往往发生在一些大国之间，而一些小国很少与别的国家进行战争合作。其中战争合作分布主要以地缘分布为主，中原各国之间的战争合作相对频繁。而楚国居于今湖北荆山一带，被中原诸国视为蛮夷，地位相对低下，与其合作的国家也是周围的小国。图4(b)则展示了城濮之战后诸侯国的战争合作网络。与城濮之战前相比，主要发生了以下几点变化：一是进行模块划分后社区数量的减少，即战争集团的数量减少。主要是因为城濮战争之前各诸侯国之间直接的战争合作相对较少，而城濮战争之后，各个小国也参与到争霸的战争当中，小国依附于大国，形成明显的争霸阵营。二是楚国的直接战争合作国家不仅有蛮夷国家，与中原国家的合作也逐渐增多，其中包括秦、陈、蔡、许、吴等姬姓和姜姓国家。三是秦国战争阵营的变化，城濮之战前，秦晋同属一个模块。而城濮战争后，秦国加入了楚国的战争阵营。既然有“秦晋之好”的邦交美誉，为什么在春秋后期秦国的阵营发生了倒戈，邹芙都认为这与秦以游牧民族的身份参与中原邦交，在中原诸侯国中需要得到接纳和认可。到春秋后期感受到征伐所带来的荣耀，这时秦国的策略由附庸中原大国转变为主动发动战争，试图通过武力来称霸中原。这种转变是游牧民族身上征服欲望的体现[28]。

既然城濮之战前后的网络社群发生了重大变化，那么这两个时期各个诸侯国的重要性是否发生了变化呢？本研究选择了特征向量中心性这一指标来衡量城

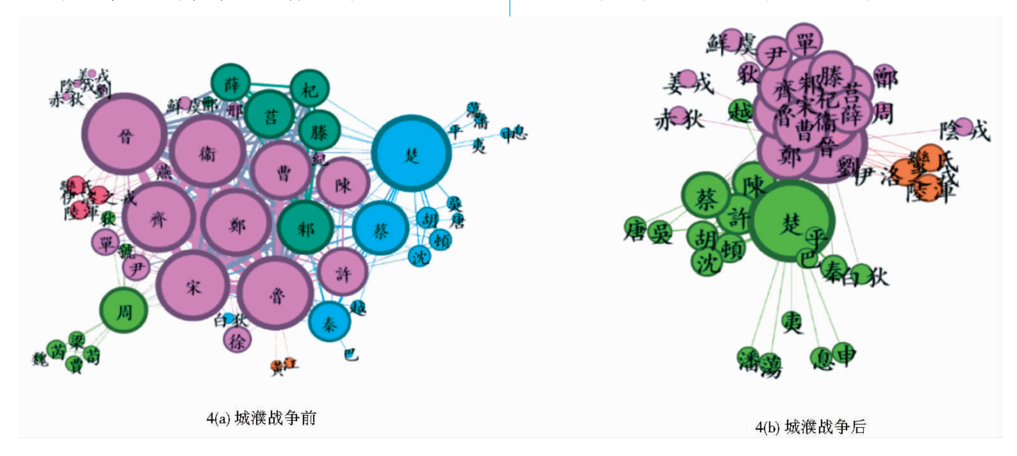


图4　《左传》战争合作网络

濮之战前后各个诸侯国在城濮战争前后的影响力的变化。图 5 展示了城濮战争前后前 17 个诸侯国的特征向量中心性的对比情况。特征向量中心性在衡量节点的重要性时既取决于该节点邻居节点的数量，也取决于邻居节点的重要性。

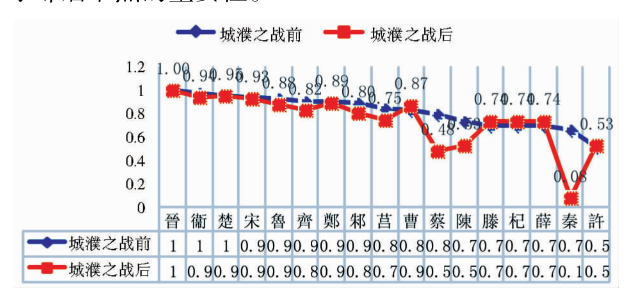


图 5　城濮之战前后战争合作特征向量中心性

从图 5 可以看出城濮战争前后晋国的中心性一直居于第一，这也说明在整个春秋时期，与晋国进行战争合作的国家数量相对较多，且合作的国家在春秋时期也经常与别的国家进行战争合作。而卫国的中心性在城濮之战之后却发生了下降，这是因为第二次弭兵会盟（公元前 546 年）后国际政治格局由霸政时代走向终结，此外，卫国国内君权与卿权的斗争达到白热化，引发内部动乱，卫国实力严重削弱[29]。齐国在城濮战争前期一度成为霸主，主要是春秋早期齐国在发展过程中受制于自身国内资源的贫乏，齐国对外不断地进行军事扩张，与别国的战争合作在这一时期也相对较多，其中心性随着晋国的逐渐崛起和称霸也随之减小。李绍文曾指出蔡国的兴衰典型地反映了春秋时期中原地区一个中等国家的命运变迁：早期蔡国属于一个二等大国，周边的国家无论疆域还是实力不足以威胁它的生存，而在春秋后期屡屡被楚国侵犯，加上不断的迁都到后来楚人复封蔡后，蔡国已经失去了独立的地位[30]。陈国也出现了类似的情况，最终皆沦为楚国的傀儡。

4.2.2　战争对抗网络的变化

根据战争对抗数据，绘制了战争对抗网络，同样根据晋国称霸的时间将其分为城濮战争前和城濮战争后。其中连出度越大，图中的结点越大，说明主动发动战争的次数越多；连入度越大，结点上的标签越大，说明该结点抵抗入侵的次数越多。两点之间的连线越粗，说明这两个结点表示的诸侯国之间发生战争更加频繁。从图 6（a）中可以看出城濮之战以前主要的战争输出国是楚国、晋国、齐国、鲁国，而作为主要的战争输出国，他们同样也遭受其他诸侯国的讨伐和复仇战争。城濮战争之前楚国在所有国家中受到的攻击最多，这可能与春秋初期楚国被华夏诸侯视为“蛮夷之邦”，而对楚国的战争次数多于别的诸侯国也是“攘夷”策略的产物。而在城濮战争后即春秋中后期，齐国、晋国、鲁国、宋国、楚国这些主要的战争进攻方国家的内部矛盾不断，发生数次内战。同时，有学者认为这一时期的楚国已经不能被视为“蛮夷之邦”。因此这一时期“攘夷”战略则失去了价值，转而变为大国之间相互入侵的争霸战争[31]。

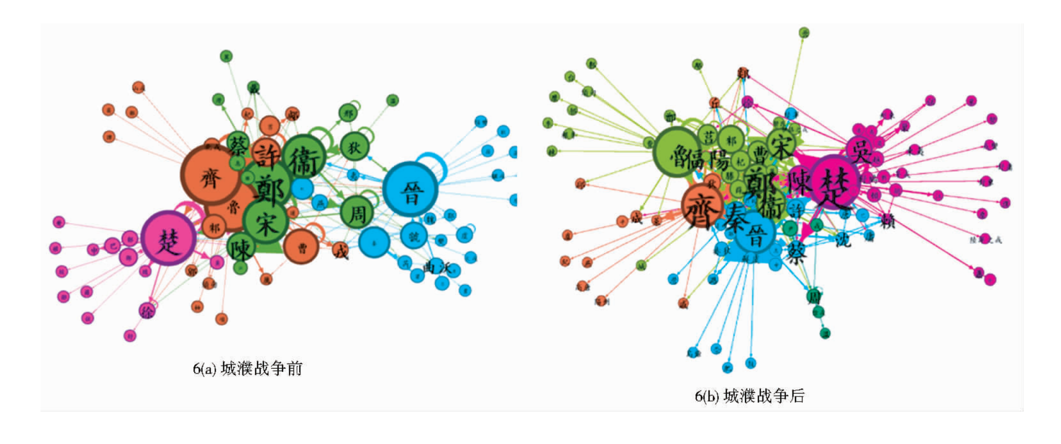
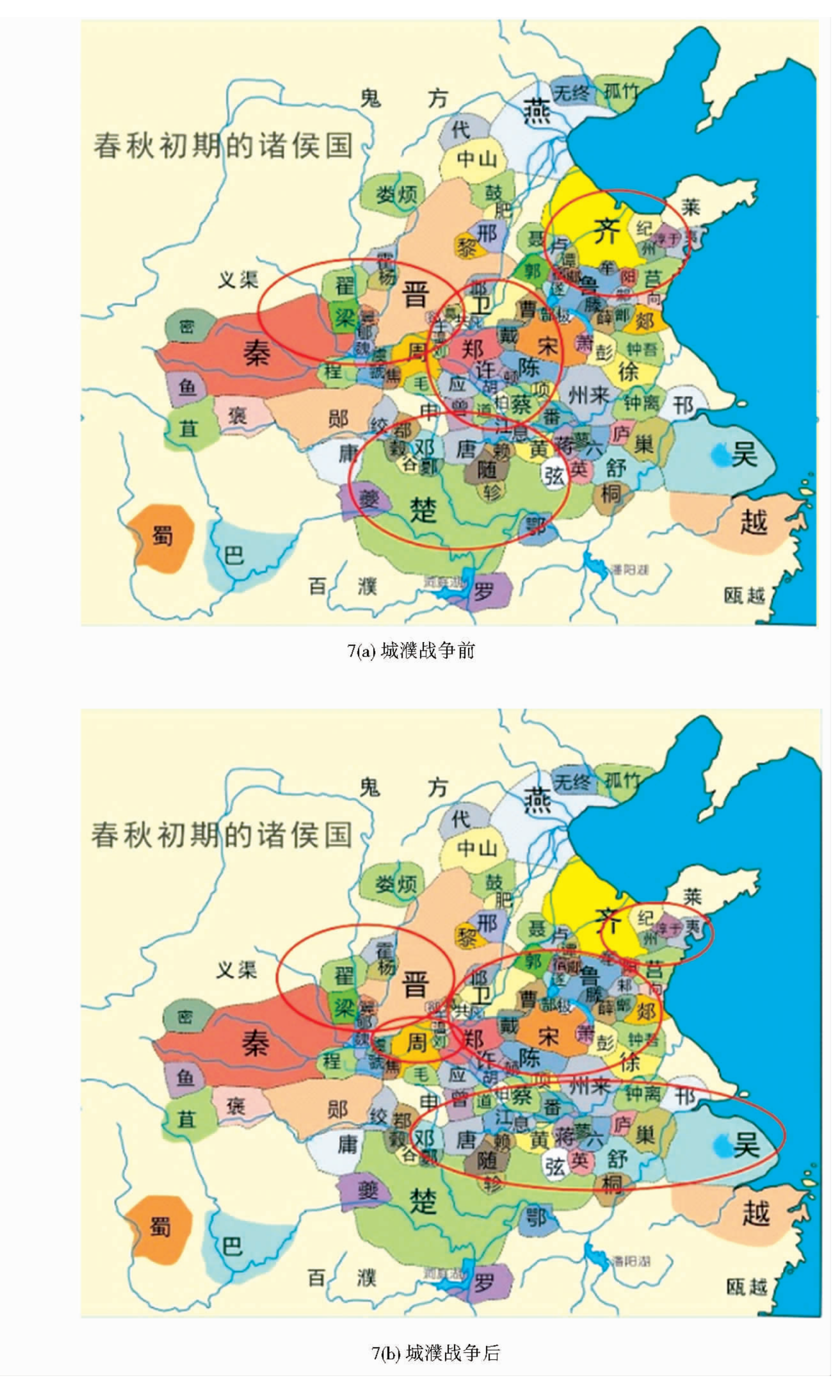


图 6　《左传》战争对抗网络

相对于城濮战争之前，城濮战争之后的战争对抗格局也发生一些变化。首先是对抗社群的数量的变化。从城濮战争之前的 4 个增加为 5 个，其中，城濮战争以前以齐、鲁为中心的两个对抗社群发生了分割，这点与战争合作网络相反，在城濮之战后合作网络的社群数量由 4 个减少到 3 个。这也体现了城濮战争后战争格局的变化——大国之间争霸活动越来越激烈，这些实例较强的诸侯侯国开始加速征服周边小国以扩大自己的实里。其次，吴、越两国参与到了以楚国为中心的战争社群。吴、越在崛起之前臣服于楚。吴国崛起之

后,成为楚在东方的劲敌,越则与楚国保持友好的关系[32]。这也就有了“联吴制楚” 和“联越扰吴”。“联吴制楚”是指晋国为打破晋楚争霸的对峙的均衡状态而使吴、楚联盟瓦解,用吴国来消耗楚国使得争霸形式朝着有利于晋国的方向发展[33]。而楚国为打破“晋吴联盟”制定了“联越扰吴”的策略压制吴国。所以,吴越之间的斗争在某种意义上是晋楚争霸的继续。再者中原大国之间的直接战争增多。除此之外,在春秋中后期,各个诸侯国内部也不断出现矛盾与冲突,这种现象普遍发生在国家实力强大的国家,如晋国、楚国、鲁国、齐国等这些国家在春秋中后期出现数次内战与武力冲突。

尽管战争社群数量发生了变化,但是在城濮战争前后晋、楚、郑、鲁、宋、卫、齐依然是主要的战争进攻国;他们依然是春秋时期争霸的强国。这些战争对抗社群的分布与地缘相关,也就是相互临近的国家之间更加容易发生战争(参考图 7);大国对周边小国的入侵趋势并没有因为争霸格局的变化而下降,晋、楚、齐、鲁等故国对周边小国的入侵仍然存在。



7(a) 城濮战争前

7(b) 城濮战争后

图 7 《左传》战争对抗社群在地图上的分布

5 春秋时期战争地图

为了更形象直观地展示《左传》中战争,本研究通过在春秋时期的历史地图上,因此设计了一个通过 html 的《左传》战争动态展示图,这样用户可以更直观地了解春秋时期的各类战争。首先用 ArcGIS 将普通的春秋时期地图进行了矢量化,使得每个国家有了对应的坐标信息。然后通过编写 E-Charts 程序将地图数据和国家之间的战争数据都加载并在网页中显示出来。如图 8 所示展示了隐公四年发生的东门之役,战略进攻方为蔡国、陈国、宋国、卫国,战略防守方为郑国。



图 8 春秋时期战争动态展示图

6 结语

本文将社会网络分析应用于《左传》所描述的春秋时期各诸侯国之间发生的战争研究中。一方面从非结构化的文本中抽取出结构化的战争合作与对抗数据,另一方面将这些战争数据使用社会网络分析方法进行量化的研究和展示。

在《左传》战争结构化的过程中,主要进行了战争数据的归纳和整理,借助前人的研究成果以及计算机自动抽取后人工进行重新校对的方式确保了数据的准确性。通过战争描述语句抽取战争的进攻方与防守方需要解决的首要问题就是根据战争触发词来判断战争的方向。此外,部分句子的战争双方指代不清,通常使用参加战争的人物和战争发生的地点来代替,这点借助《春秋三传引得》做了人名和地名的指向处理。此外对于句法结构相对复杂的语句,则是采用人工判断的方式来确定参战双方。

本文采用数字人文的相关方法对春秋时期各个诸侯国之间的战争进行了全新的解读,一方面提供了跨学科领域分析(数字人文与网络科学结合) 的可行性依据,另一方面也对已有的部分研究成果和争议进行了实证探索与验证,一定意义上拓展了中国历史问题分析的思路,可为广大历史学者提供科学参考和依据。但本研究仍然存在一些问题,以城濮战争作为时间点划分春秋时期的准确性有待进一步的探索,以及部分研究结果的准确性有待验证。

参考文献:

[1] 赖德伯格 - 科克斯. 挑战数字图书馆和数字人文科学[M]. 朱常红,译. 广西:广西师范大学出版社,2010.
[2] 姜文涛,戴安德. 数字人文:观其大较[J]. 山东社会科学,2018(9):44 - 45.
[3] 陈海珠,包平. 创新人文研究范式的数字人文——基于数字人文在史学研究领域应用渗透的文献考察[J]. 图书馆理论与实践,2017(3):11 - 16.
[4] 罗君. 春秋邦交战争及其影响——从“联吴制楚”到“联越扰吴”[J]. 江苏科技大学学报(社会科学版),2018(4):32 - 37.
[5] RAINIE L, WELLMAN B. Networked: The new social operating system[M]. London: The MIT Press,2012.
[6] WETHERELL C. Historical social network analysis[J]. International review of school history,1998,43(5):16 - 21.
[7] SUNDARAM H, LIN Y R, DE CHOUDHURY M,et al. Understanding community dynamics in online social networks: a multidisciplinary review[J]. IEEE signal processing magazine,2012,29(2):33 - 40.

[8] 许超,陈小荷.《左传》中的春秋社会网络分析[J]. 南京师范大学文学院学报,2014(1):179－184.
[9] 赵薇. 社会网络分析与“《大波》三部曲”的人物功能[J]. 山东社会科学,2018(9):50－64.
[10] 秦长江. 基于科学计量学共现分析法的中国农史学科知识图谱构建研究[D]. 南京:南京农业大学,2009.
[11] 严承希,王军. 数字人文视角:基于符号分析法的宋代政治网络可视化研究[J]. 中国图书馆学报,2018,44(5):87－103.
[12] KLEIN L,The image of abesence:archival silence, data visualization, and James Hemmings[J]. American literature,2013,85(4):661－668.
[13] 王长民. 从宋襄公泓之战看春秋时期战争方式的转变[J]. 枣庄师范专科学校学报,2004(6):43－45.
[14] 张阳. 城濮之战与卫国“一边倒外交”——论卫晋联盟的确立[J]. 黑龙江史志,2009(8):19－20.
[15] 王淑芳,李充. 秦晋崤之战相关问题再研究[J]. 档案,2016(11):52－55.
[16] 张文慧. 春秋时期吴楚关系研究[D]. 苏州:苏州大学,2018.
[17] 康维. 试论春秋时期战争的“遵礼”现象[J]. 文化创新比较研究,2018,2(16):33－34.
[18] 诸葛瑞强. 以晋楚之战谈用兵之道[J]. 孙子研究,2018(1):30－37.
[19] 韩雪.《春秋左传》与介词相关的战争杀戮类动词析微[J]. 宁波广播电视大学学报,2018,16(1):28－33.
[20] 田笑霞.《左传》关于战争描写的文学技巧[J]. 学术交流,2007(6):157－159.
[21] DERYC T,BRYAN C,JURGEN J. Network analysis for the digital humanities: principles, problems, extensions[J]. ISIS,2019,110(3):538－554.
[22] 邓曦泽. 论春秋时期的代理战争[J]. 云南大学学报(社会科学版),2011,10(6):68－73,94.
[23] 张秋霞.《左传》征战类动词研究[D]. 长春:吉林大学,2009.
[24] 姜鑫. 社会网络分析方法在图书情报领域的应用研究[M]. 北京:知识产权出版社, 2015.
[25] 邱锦熙. 春秋时期小国生存策略研究[D]. 南昌:江西师范大学,2015.
[26] 王冠一. 从城濮之战的历史教训看大国崛起中的软实力[J]. 平顶山学院学报,2007(3):24－27,35.
[27] 陈致平. 中国通史[M]. 贵州:贵州教育出版社,2013.
[28] 邹芙都. 秦人的游牧民族身份与秦国邦交思想的嬗变[J]. 求索,2014(4):154－158.
[29] 翟士航. 春秋时期卫国地位的变迁及其原因[J]. 华中师范大学研究生学报,2015,22(1):120－124.
[30] 李绍文. 蔡国历史、地理与蔡人的迁徙论考[J]. 中州学刊,2013(9):117－120.
[31] 徐进. 春秋时期“尊王攘夷”战略的效用分析[J]. 国际政治科学,2012(2):38－61,178.
[32] 宋蜀华. 论春秋战国时期楚、吴、越之间的三角关系及其演变[J]. 湖北民族学院学报(哲学社会科学版),2003(4):1－6.
[33] 吴恩培. 晋楚争霸与晋“联吴制楚”[J]. 甘肃社会科学,2008(6):206－208.

作者贡献说明:
范文洁:数据整理,论文撰写;
李忠凯:GIS 设计与实现;
黄水清:论文修改和审阅。

A Research on the Visualization and Metric Analysis of War in *Zuo Zhuan* Based on Social Network Analysis

Fan Wenjie　Li Zhongkai　Huang Shuiqing
College of Information and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095

Abstract: [**Purpose/significance**] The development of digital humanities has aroused widespread concern in the field of social sciences and humanities, by using convenient and efficient computing technology to extract potential information from massive data resources and unstructured text, and present it to users in a more intuitive and clear way. [**Method/process**] This paper took the war described in *Zuo Zhuan* as the research object, and extracted the strategic offensive sides and strategic defenders of each war from the war sentences. From the perspective of digital humanities, it explored the feasibility of using social network analysis methods to describe the changes of the war pattern in Spring and Autumn Period. On this basis, the vassal states in the Spring and Autumn Period were divided into different groups according to the relationship between war cooperation and war confrontation. The main groups and the core vassal states were analyzed and discussed one by one. In addition, the war in *Zuo Zhuan* was dynamically displayed in using 3 techniques: html, css and E-Charts. [**Result/conclusion**] We provided a method for extracting war information from the unstructured *Zuo Zhuan* texts during the Spring and Autumn Period and organized it into quantifiable data. It proved that it was feasible to show the relationship between the vassal states during the Spring and Autumn Period from the perspective of war, and also showed the feasibility and great potential of digital humanities technology in the research of humanistic history.

Keywords: *Zuo Zhuan*　digital humanity　social network analysis　war